

## CLASIFICACIÓN DEL RECURSO ZOOGÉNÉTICO LLAMA (*Lama glama* Linnaeus) RESPECTO A LA APTITUD PRODUCTIVA DE FIBRA O CARNE EN EL ALTIPLANO XEROFÍTICO Y MESOFÍTICO DE BOLIVIA

### Classification of the llama genetic resource (*Lama glama* Linnaeus) regarding the productive aptitude of fiber or meat in the xerophytic and mesophytic Highland of Bolivia

Genaro Condori C.<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En el Altiplano boliviano la ganadería de llamas es fundamental para la seguridad y soberanía alimentaria de las poblaciones rurales, pues proporciona carne, fibra, pieles y estiércol, asimismo, las poblaciones de llamas fueron denominadas como razas primarias, por no existir razas bien definidas que no han sido caracterizadas. Por tal razón, la presente investigación persigue clasificar poblaciones de llamas de las principales regiones ganaderas del Altiplano, en base a caracteres relacionados a la producción de carne y fibra, establecer subtipos de llamas según características fenotípicas y morfológicas y determinar la variabilidad fenotípica en función a la caracterización de llamas por patrones pigmentarios de color y mancha. Se seleccionaron ocho comunidades y se colectó información en base a la cobertura de fibra corporal, ocho patrones pigmentarios de color, cuatro tipos de mancha y caracteres de calificación cualitativa de peso vivo (PV), ancho de ancas (AA) y perímetro torácico (PT) en 485 llamas adultas. En base a las variables consideradas se ha realizado el análisis estadístico por correspondencias múltiples y análisis jerárquico que clasificaron a la muestra en seis clases. Las calificaciones de "muy bueno" para PV, AA y PT están relacionados positivamente con animales de la clase 3, las calificaciones de "bueno" para las mismas variables se relacionan con la clase 6, la mayoría de estos animales pertenecen a llamas tipo intermedias y en segundo lugar Q'aras. El patrón pigmentario silvestre "guanaco" presenta una relación con el peso vivo calificado como "bueno". El ACM divide a la muestra poblacional de llamas tipo T'amphullis, en dos clases, en el cual la clase 2 no presenta una cobertura de fibra tan extendida en la cara y patas como la clase 4. Los patrones cara negra patas claras, raya de mula, cara negra patas semiclaras y silvestre no presentan manchas, sin embargo, los tres primeros presentan características de mayor cobertura de fibra corporal, estrechamente relacionados a las clases 2 y 4. Las llamas de Cocapata-Ayopaya y Sud Lipez presentan una coloración homogénea sin manchas en comparación al resto.

**Palabras clave:** Clasificación, recursos zoogenéticos, *Lama glama* Linnaeus, ACM, producción, carne, fibra.

#### ABSTRACT

In the Bolivian Altiplano, llama farming is fundamental for the security and food sovereignty of rural populations, since it provides meat, fiber, skins and manure, and llama populations were named as primary races, because there are no well-defined breeds that they have not been characterized. For this reason, the present investigation seeks to classify llama populations of the main cattle regions of the Altiplano, based on characteristics related to the production of meat and fiber, establish subtypes of llamas according to phenotypic and morphological characteristics and determine the phenotypic variability according to the characterization of llamas by pigmentary patterns of color and spot. Eight communities were selected and information was collected on the basis of body fiber coverage, eight color pigment patterns, four types of stain and qualitative characters of live weight (PV), width of haunches (AA) and thoracic perimeter (PT) in 485 adult llamas. Based on the variables considered, statistical analysis was carried out by multiple correspondences and hierarchical analysis that classified the sample into six classes. The "very good" ratings for PV, AA and PT are positively related to class 3 animals, the "good" ratings for the same variables are related to class 6, most of these animals belong to intermediate type llamas and secondly Q'aras. The wild pigment pattern "guanaco" presents a relationship with live weight that is qualified as "good". The ACM divides the population sample of llamas type T'amphullis, in two classes, in which class 2 does not present a fiber coverage as extended in the face and legs as class 4. The black face patterns light legs, stripe of mule, black face, semi-wild and wild legs do not show spots, however, the first three have characteristics of greater body fiber coverage, closely related to classes 2 and 4. The llamas of Cocapata-Ayopaya and Sud Lipez present a homogeneous coloration No stains compared to the rest.

**Keywords:** Classification, animal genetic resources, *Lama glama* Linnaeus, ACM, production, meat, fiber.

<sup>1</sup> Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. gencond@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

El convenio sobre la diversidad biológica ha definido a los recursos genéticos como todo organismo o parte de ellos, a las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas, de valor o utilidad real o potencial para la humanidad (ONU, 1992). Los recursos genéticos vegetales y animales son la materia prima que la población del mundo depende para el mejoramiento de la productividad y calidad de los cultivos y la ganadería, así como para mantener poblaciones de especies silvestres, la conservación y uso de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad es un asunto central de la seguridad y soberanía alimentaria y la nutrición. Conservar y utilizar esa amplia variabilidad y diversidad significa tener alternativas que respondan a los requerimientos y retos del futuro. Los recursos zoogenéticos de la agrobiodiversidad comprenden a todas las especies, razas líneas y tipos de animales que son utilizados por el hombre para la obtención de productos pecuarios, es un hecho que de estos productos se obtienen proteína animal, fibra, huevos y otros, por tanto, las poblaciones ganaderas son objeto de estudio y caracterización para la determinación de sus potencialidades y atributos.

En el Altiplano boliviano la ganadería de llamas (*Lama glama* Linnaeus) es fundamental para la seguridad y soberanía alimentaria de las poblaciones rurales, pues proporciona carne, fibra, pieles y estiércol, este último utilizado como fertilizante y combustible. Estas especies se han desarrollado en condiciones climáticas extremas adquiriendo características de adaptación que les ayuda a sobrevivir y producir, allí donde otras especies no tienen tanto éxito. La selección natural ha desempeñado su función, logrando que los genotipos actuales con sus combinaciones únicas de genes, hayan desarrollado aptitudes sobresalientes en cuanto a resistencia a enfermedades y parásitos, con una alimentación basada en los recursos forrajeros locales.

Estos recursos zoogenéticos son considerados desde el punto de vista de su morfología y características fenotípicas, como productoras de carne y fibra, en ese sentido una de las características más visibles de fácil percepción es el grado de cobertura y color del manto o capa que identifica a los individuos de esta especie. Las poblaciones de llamas en Bolivia fueron denominadas por Lauvergne et al. (2003) como razas primarias, que no es igual a una raza convencional, por

cuanto no existen muy bien definidas razas de llamas porque no han sido caracterizadas ni se han desarrollado propuestas de plan de mejora para esta especie. Las razas primarias son típicas de las poblaciones que no han sido intervenidas y su composición responde a una distribución natural, por tal razón la caracterización de los recursos zoogenéticos de llamas, tiene la finalidad de establecer las tendencias de las potencialidades productivas de mejora genética de esta especie en una dirección relacionada a la producción de fibra, carne o ambas. El carácter de producción de fibra tiene mayor importancia en los fenotipos de llama denominados como “tipo” lanuda o T'amphulli en el cual las variables observables son el color y la finura.

Por otro lado las llamas “tipo” Q'ara e “Intermedia” son aprovechadas generalmente para la producción de carne, sin embargo no existe una clara separación entre ambos tipos que homogenice a estos grupos en sus características observables a fin de determinar sus valores reales de productividad. Por tanto el presente trabajo de investigación persiguió clasificar poblaciones de llamas de las principales regiones ganaderas del Altiplano, en base a caracteres cualitativos relacionados a la producción de carne y fibra. Establecer subtipos de llamas según características fenotípicas y morfológicas, y determinar la variabilidad fenotípica en función a la caracterización de llamas por patrones pigmentarios de color y mancha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

Considerando que la ecoregión del Altiplano alberga una amplia variabilidad genética de llamas que en términos de ecosistema interactúan con los organismos vivos de su hábitat y además para su sobrevivencia dependen de la vegetación natural. Estos ecosistemas con praderas nativas, son tratados por la biogeografía que estudia la distribución de los seres vivos en tiempo y espacio, considerando los procesos que dieron lugar a dicha distribución (Contreras et al., 2001). La compleja red de interacciones que suceden al interior de un ecosistema está formado por organismos vegetales más o menos diversificados albergando a la fauna natural y doméstica, así las llamas que tienen mayor capacidad de adaptación, por estar dotados de movimiento, se han adaptado a las condiciones ambientales de las distintas regiones.

La población de llamas en Bolivia tiene amplia distribución en la ecoregión del Altiplano, se extiende de norte a sur desde el municipio de Pelechuco, departamento de La Paz, hasta la frontera con Argentina y de este a oeste desde las serranías de Chuquisaca hasta la frontera con Chile y Perú. En ese entendido, para la estratificación se ha acudido a la clasificación biogeográfica de las zonas de hábitat de las llamas por la relación entre las pasturas y la cantidad de cabezas de ganado. La región Andina de Bolivia pertenece a nivel del conjunto de Sudamérica, a la región biogeográfica Andina Tropical (Rivas-Martínez et al., 2011 citado por Rocha, 2013), que incluye cuatro provincias biogeográficas, que a su vez se divide en varios sectores, según el mapa biogeográfico Bolivia (Navarro y Ferreira, 2009 citado por Rocha, 2013).

La estratificación realizada se establece bajo la vegetación diferencial entre cada sector biogeográfico y sobre la base del cambio adaptativo del organismo ante los factores externos, como el ambiente que según Iturbe (2010), todos los organismos se adaptan a los cambios ambientales, entonces la adaptación biológica pasa por la eliminación de todos aquellos individuos que no tienen características que les permitan sobrevivir. Lo cual significa que las poblaciones de llamas de una determinada región dependen de su medio ambiente y de la selección natural o artificial.

Ha sido bajo esta estratificación con factores de adaptación y de selección bajo el cual se ha determinado las muestras a estudiar basado en el concepto de que la vegetación es diferente en cada zona y por tanto moldea al arquetipo y la capacidad productiva de los animales que habitan dicha zona o la adaptación de las llamas a sus condiciones ambientales. Se ha realizado la estratificación del Altiplano en base a cuatro sectores biogeográficos que son descritos a continuación:

*a) Provincia biogeográfica de la puna xerofítica, sector 9a Sajama Desaguadero*

Esta es una región extensa cuyas características de vegetación de la zona de muestreo en la comunidad de Sajama Curahuara, corresponden a una de las áreas más áridas y desérticas de Bolivia (Ibisch et al., 2003 citado por Beck et al., 2010). Presenta escasa cobertura vegetal, debido a las reducidas precipitaciones estacionales y bajas temperaturas.

Entre las formaciones dominantes se encuentran los pajonales de *Festuca*, t'olares o matorrales muy abiertos de arbustos resinosos de *Parastrephia spp.*, bosques abiertos de *Polylepis tarapacana*, cojines resinosos de *Azorella compacta* y césped en lugares húmedos y bofedales (Beck et al., 2010) (Figura 1).

*b) Provincia biogeográfica de la puna xerofítica, sector 9b Salar de Uyuni*

La zona de muestreo, comunidad de Challacollo del municipio de Llica Potosí, del sector 9b del Salar de Uyuni, corresponde al piso subandino o Puneño, el cual se inicia de acuerdo a la secuencia de los pisos altitudinales de los Andes desde los 3000 hasta los 4000 m s.n.m. es aquí donde se incluyen las formaciones arbustivas de t'olares, representadas por *Fabiana ramulosa*, *Diplostephium meyenii*, *Ephedra breana* y otros taxa, incluyendo especies de los géneros *Parastrephia*, *Chuquiraga* y *Baccharis*, que forman comunidades de transición hasta el piso superior. Troncoso (1983) citado por Trivelli y Valdivia (2009), menciona que a partir de los 3000 m de altitud aparece, entre los componentes de este piso, una comunidad vegetal llamada "T'olar de precordillera", que corresponde a un matorral caracterizado por la presencia de los géneros *Parastrephia*, *Baccharis*, *Senecio* y *Fabiana*, además de la existencia de cactáceas, gramíneas hemicriptófitas y otros taxa (Figura 1).

*c) Provincia biogeográfica de la puna xerofítica, sector 9d Sur Lípez occidental*

El punto de muestreo se localizó en la comunidad de Quetena al sur del departamento de Potosí, según el plan de desarrollo municipal de San Pablo de Lipez (2006) en el municipio el piso ecológico más representativo es el alto andino árido a semiárido, con planicies y depresiones, afloraciones salinas, mesetas, pendientes aluviales, abanicos y complejos coluvio-aluviales y volcánicos; con una vegetación muy pobre, dispersa de pajonales bajos de Iru ichu, T'ola y gramíneas bajas y subarbustos gamófitos de yaretas y halófilos o tolerantes a la salinidad, donde es muy común la presencia de grandes superficies de suelos con afloramientos rocosos o arenosos, ubicado entre los 4100 a 6000 m s.n.m. Sin embargo, existen vegales y humedales representadas por comunidades higrofitas y acuáticas que conforman complejos vegetacionales como los pajonales higrofitos y bofedales (Figura 1).

d) *Provincia biogeográfica de la puna mesofítica, sector 8a Mesofítico Sureño*

Es una región que abarca en sentido diagonal, desde noroeste del departamento de La Paz, municipio de Pelechuco, pasando por todo el Altiplano Central de La Paz, hasta el municipio de Cocapata-Cochabamba, se extiende sobre la cordillera real, Tres Cruces y Cochabamba. Según Navarro y Ferreira (2007), esta región presenta una cobertura de vegetación subnival de Puna subhúmedo-húmeda compuesta por pajonales, prados, bofedales y vegetación geliturbada. Entre los pajonales predomina *Dissanthelium-Deyeuxia* minima y entre los bofedales predomina la especie *Distichia filamentosa*, la vegetación geliturbada, está representada por *Nototriche obcuneata-Werneria dactylophylla*. Los humedales altoandinos de la puna subhúmedo-húmeda presentan típicos sistemas ecológicos los cuales son: Pajonales higrofiticos que son herbazales graminoides dominados por gramíneas y ciperáceas amacolladas, cespitosas rizomatosas. Los bofedales que son turberas altoandinas puneñas, muy características al estar dominadas por especies de crecimiento denso cespitoso, que originan cojines muy compactos de aspecto plano o almohadillado, constituidas por una o dos especies a las que acompañan pequeñas hierbas (Figura 1).

Respecto a la población animal se ha considerado la densidad de llamas para lo cual se acudió a la base de información secundaria (censos, catastro ganadero y proyecciones del Instituto Nacional de Estadística) se estimaron las poblaciones de ganado camélido en llamas. La cantidad de cabezas de ganado está estrechamente relacionado con las características de los ecosistemas que presentan los tipos de praderas nativas y por ende la capacidad de acoger a las cabezas de ganado. La población de llamas establece que las mayores densidades se presentan en el sector

biogeográfico de Salar de Uyuni con 23 cabezas km<sup>-2</sup> seguido del sector Sajama-Desaguadero con 22 cabezas km<sup>-2</sup> siendo más extenso este último, posteriormente con menor densidad el sector Mesofítico Sureño y Sur Lípez occidental con 12 y 10 cabezas km<sup>-2</sup> respectivamente.

Los puntos de muestreo han sido determinados por el método de conglomerados por etapas conocido como "embudo" (Morilla, 2008), en la primera etapa se ha considerado las provincias<sup>1</sup> más representativas en población camélida sobre todo población de llamas y se eligió una provincia en cada sector biogeográfico con excepción en el sector Sajama-Desaguadero en el cual se eligieron las provincias de Sajama y Pacajes, posteriormente dentro de cada provincia se eligieron, de forma aleatoria, a los municipios más representativos en cuanto a la potencialidad ganadera de llamas. Con este procedimiento se reduce la extensión del primer estrato y se reduce la población de llamas, para reducir aún más dentro de cada municipio se seleccionó a las comunidades más representativas eligiendo una comunidad de manera aleatoria, eligiendo en la mayoría de los casos a tres familias de cada comunidad que poseen ganado camélido.

En el mapa de referencia de la Figura 1 se observa las regiones donde se localizan las comunidades muestreadas, para el sector Sajama-Desaguadero por ser más extenso y por tanto mayor población de llamas se ha elegido cinco puntos de muestreo que se encuentran en las comunidades de: Sajama (CUR), Cosapa (CO), Laca Laca (LAC), Okoruro (OKO) y Turco (TUR). Para el Sector Salar de Uyuni se ha elegido una comunidad del municipio de Llica (LLI). Para el sector Lípez suroccidental se ha identificado a la comunidad de Quetena (QUE), para el sector mesofítico sureño se eligió una comunidad del municipio de Cocapata provincia Ayopaya (CAL).

<sup>1</sup> Se refiere a las provincias desde el punto de vista de división política administrativa del país

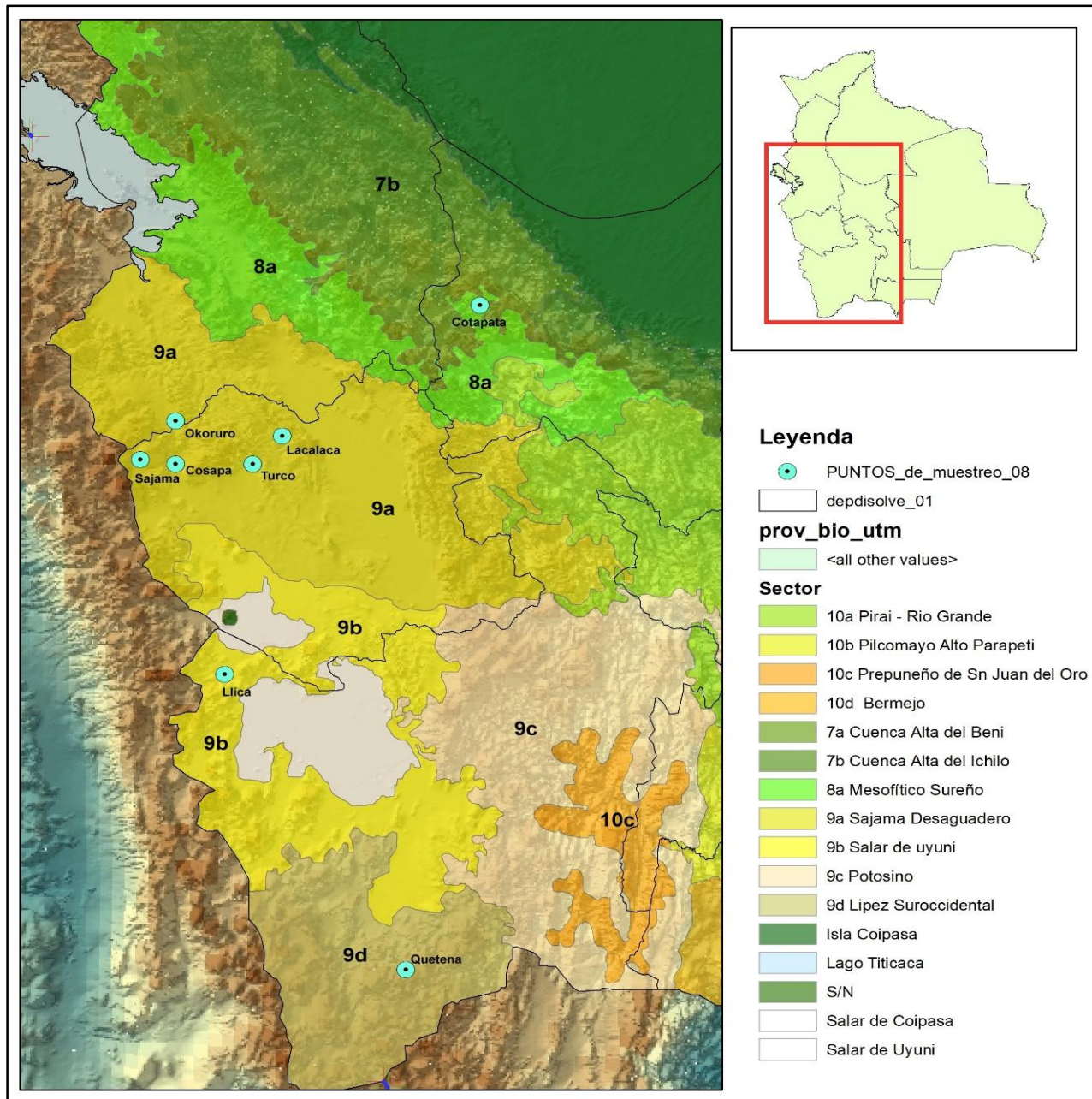


Figura 1. Sectores biogeográficos y puntos de muestreo de llamas.

### Metodología

El material biológico utilizado fue 485 llamas de los cuales 171 corresponden a machos y 314 a hembras adultos (4 a 6 años) pertenecientes a las tipificaciones denominadas Q'aras, Intermedias y T'amphullis.

Las variables cualitativas fueron identificadas de manera subjetiva cuya metodología calificó características cualitativas observadas en la morfología del animal, caracteres relacionados a las

formas que adquieren las partes del animal o el color del manto según la metodología descrita por De Gea (1999); Hick (2015) y Lauvergne (2006) bajo un criterio de importancia productiva. En la Tabla 1 se observa las variables cualitativas según características por grados de cobertura de vellón en la anatomía del animal y tipo de cabeza, en la Tabla 2 se observa patrón pigmentario de color y tipo de mancha. Para el tipo de mecha se ha considerado la metodología establecida por Hick (2015).

Tabla 1. Variables cualitativas analizadas.

Carácter	Escala	Detalle
<b>Cobertura de vellón</b>		
Cara (Car)	Pelada	El animal presenta una cabeza que carece de fibras largas.
	Copete	Presenta una cabeza con un "copete" o mechón sobresaliente a la altura de la frente del animal.
	Tapada	Presenta una cabeza con abundante fibra cubriendo toda la cabeza inclusive los ojos.
Cuello (Cue)	Fino	Presenta un cuello relativamente delgado carente de fibras largas.
	Intermedio	Presenta un cuello entre grueso y fino.
	Grueso	Presenta un cuello notoriamente engrosado debido al volumen de fibra.
Patatas (Ptas)	Descalzada (DsCalz)	Los miembros anteriores y posteriores presentan escasa cobertura de fibras largas hasta el codo y pospierna respectivamente.
	Semicalzada (SmCalz)	Las fibras largas (bragas o cerdas) están presentes hasta la parte anatómica de la rodilla (patas anteriores) y corvejón (patas posteriores).
	Calzada (Calz)	Las fibras largas (bragas o cerdas) cubren hasta la parte media de los metatarsianos.
	Sobrecalzada (SpCalz)	Las fibras largas (bragas o cerdas) cubren toda la parte anatómica de las extremidades anteriores y posteriores.
Orejas (Or)	Con fibra (Cfibr)	La fibra larga cubre toda la parte anatómica de las orejas.
	Sin Fibra (SFibr)	Carece de fibras largas.
<b>Tipos de cabeza (Cab)</b>		
Dolicocéfala (Doli)		Cabezas con predominante apariencia de largo del cráneo y hocico al ancho.
Mesocéfala (Guanic)		Tipo de cabeza intermedio entre dolicocéfalo y braquicéfalo denominado también guanicoide o guanaco (De Gea, 1999).
Braquicéfala (Braq)		Cráneos relativamente iguales en largo y ancho, leve predominancia del ancho sobre el largo.

Se ha adoptado una escala en base a medidas cuantitativas realizadas a cada uno de los animales, según la metodología descrita por Crisci y Lopez (1983) para datos multiestado cuantitativos en el que estos datos pueden ser transformados en doble estado con variabilidad entre un determinado rango en el que se califica con un valor cualitativo de acuerdo a la

característica morfológica de la parte anatómica del animal, para este proceso se ha considerado una escala de cuatro rangos tanto para peso vivo, ancho de ancas y perímetro torácico considerados como indicadores óptimos para discriminar diferencias en estas variables, de acuerdo a la siguiente escala: flaco, regular, bueno y muy bueno.

Tabla 1. Patrón pigmentario de color y tipo de mancha.

<b>Patrón pigmentario de color</b>	
Tapado oscuro* (TO)	Manto de color oscuro o es completamente negro.
Panza clara o Doberman* (DOB)	Manto de color negro o marrón oscuro con extremidades (cara interna) y/o cara, y/o barriga marrones claros o rojizos (apariencia de coloración como el perro de raza doberman).
Cara negra* (CN)	Manto es de color marrón claro o rojizo con extremidades y cara negras o marrones oscuras.
Raya de mula* (RyM)	Marrón claro o rojizo con raya de mula negra o marrón oscuro que se refleja en una franja delgada y notoria desde la cabeza pasando por el cuello, espalda hasta la cola.
Barriga o panza negra* (PN)	Marrón claro o rojizo con extremidades, barriga y/o cara marrones oscuras o negras.
Silvestre Vicuña o Guanaco* (SLV)	Similar al guanaco con hocico y patas de color plomo ceniza y parte ventral baja blanca.
Tapado claro* (TC)	Castaño o marrón rojizo completamente tapado sin coloración oscura o marrón en la cara y/o extremidades.
Cara negra patas semiclaras (CNPS)	Marrón claro o rojizo con extremidades semiclaras y cara negra o marrones oscuras.
Cara negra patas claras (CNPC)	Marrón claro o rojizo con extremidades claras y cara negras o marrones oscuras.
<b>Tipo de mancha</b>	
Mancha completa* (MCH-BL)	Animal completamente blanco.
Sin mancha blanca* (SMCH)	No presenta mancha blanca.
Marcas* (Marc)	Pequeñas manchas blancas localizadas en cualquier parte del cuerpo.
Mancha regular* (Reg)	Manchas blancas continuas grandes localizadas en diferentes regiones de la anatomía.
Mancha irregular* (MaIRR)	Manchas de tamaños grandes discontinuos y variados en diferentes regiones del animal.
Manchado uniformemente* (TAG)	Manchas moteadas blancas u otros también denominado taglio o ch'ekjche.
Gris* (MCH-gris)	Mezcla del color negro con el blanco o bien es una dilución del color negro.
<b>Tipo de mecha (Mech)</b>	
Doble capa (Dcap)	Presenta dos longitudes de mecha, cerdas más largas y gruesas, fibra corta y más fina.
Simple capa (MnoCap)	Mecha con cerdas y fibras de la misma longitud.
Intermedio (Mech-IT)	Tipo de mecha intermedio entre doble capa y simple capa.
Hemilustre (HLu2)	Tipo de fibra con un grado de bucle alargado terminando en punta unida, cerdas y fibra fina

\* Lauvergne et al. (2006).

Por la inexacta precisión en la calificación de las llamas al momento de registrarlos, existe confusión de un tipo a otro pese a que muchos autores han descrito a los tipos de llamas, esta dificultad es debido a la amplia variabilidad y segregación que existe en las poblaciones. Los denominativos para las llamas son: T'amphulli, Q'ara e Intermedia. El análisis estadístico ha sido realizado por el método multivariante de Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) para variables cualitativas y clasificación mediante el Análisis de Conglomerados Jerárquico (ACJ) empleando como medida de disimilitud la distancia euclidiana y el método de Ward como algoritmo de ligamiento. Los datos fueron procesados en el software estadístico Xlstat versión 3.02 e IBM SPSS V.22.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables cualitativas analizadas por correspondencias múltiples

El ACM permitió establecer tres factores que explican el 70.62% de la variabilidad total entre los individuos estudiados (Tabla 3) destacándose el primer y segundo factor (F1 y F2) que aportan con un 54.00% y 9.20% respectivamente (Tabla 3). Los valores de correlación entre las variables y las dimensiones se observan en la Tabla 4, en el cual las variables que explican en mayor medida la dimensión 1 son: el grado de cobertura de la cara, cobertura de fibra de las patas, grosor del cuello. La dimensión 2 está explicada por las variables cualitativas de peso vivo y ancho de ancas.

Tabla 3. Valores propios y porcentajes de inercia.

Detalle	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	0.35	0.20	0.19	0.15	0.14	0.13
Inercia (%)	10.67	5.99	5.65	4.70	4.40	4.03
Porcentaje	10.67	16.67	22.32	27.02	31.43	35.47
Inercia	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Inercia	<u>54.00</u>	<u>9.20</u>	7.41	3.39	2.47	1.51
Porcentaje	54.00	63.20	<u>70.62</u>	74.01	76.48	78.00

Tabla 4. Medidas discriminantes.

Detalle	Dimensiones	
	1	2
Patrón	0.04	0.01
Mancha	0.07	0.08
Mecha	<u>0.59</u>	0.01
Peso vivo	0.17	<u>0.69</u>
Perímetro torácico	0.01	0.49
Ancho de ancas	0.04	<u>0.63</u>
Cara	<u>0.73</u>	0.02
Cuello	<u>0.72</u>	0.07
Patas	<u>0.73</u>	0.11
Cabeza	0.10	0.05
Orejas	<u>0.66</u>	0.01
Total activo	11.70	6.61
Porcentaje de varianza	35.46	20.04

El ACM muestra que las variables mientras más lejos se ubiquen del origen más explicativa es la misma y mientras más cerca de los ejes más relación con el mismo. En la Figura 2, se observa que las variables cara (CAR) y patas (Pta) están bastante lejos del origen y están estrechamente relacionadas a la dimensión 1, la cercanía entre las variables implica que se relacionan y presentan la misma tendencia, las variables más alejadas del grupo y correlacionadas con la dimensión 2 son el peso vivo (PV) y ancho de ancas (AA). El último grupo está conformado por mancha (MCH), patrón (P) y forma de la cabeza (CAB). El ACJ con base en el ACM permite establecer 6 clases o morfotipos de llamas (Figura 3).

### Análisis de clases y sus relaciones con localidades y variables

La distribución de individuos en el plano responde a las semejanzas y similitudes morfológicas entre ellas, conformando grupos más o menos homogéneos. Las clases que tienden a la aglomeración unida en el plano, con excepción de la clase 1, se halla disperso en todos los cuadrantes del plano. Considerando estas relaciones se observa que la clase 2 se aglomera en el cuadrante I y IV, presentan una estrecha relación con las comunidades del municipio de Cocapata (CAL) y Quetena (QUE) lo que significa que tienen una mayor frecuencia en estas localidades, estos animales presentan una relación positiva con el carácter patas calzadas (Ptas-Calz) cuyas fibras largas denominado bragas alcanzan hasta la parte media del metatarso de las patas traseras, orejas con fibra (Or-CFibr) se presentan como fibras largas colgantes en la punta de las orejas, tipo de mecha hemilustre y monocapa (HLu2 y Mech-MnoCap) además el grupo está muy próximo al carácter cuello grueso (Figura 2).

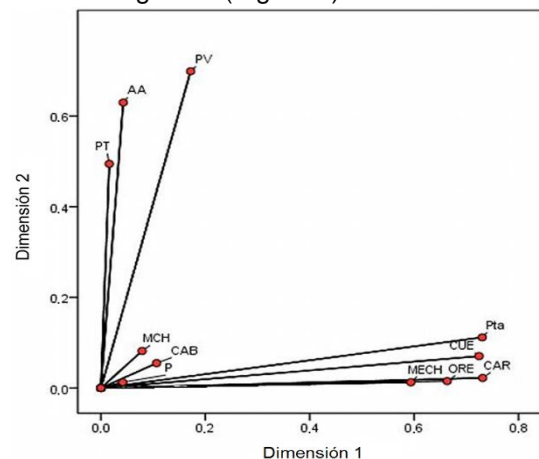


Figura 2. Medidas discriminantes del análisis de correspondencias múltiples.

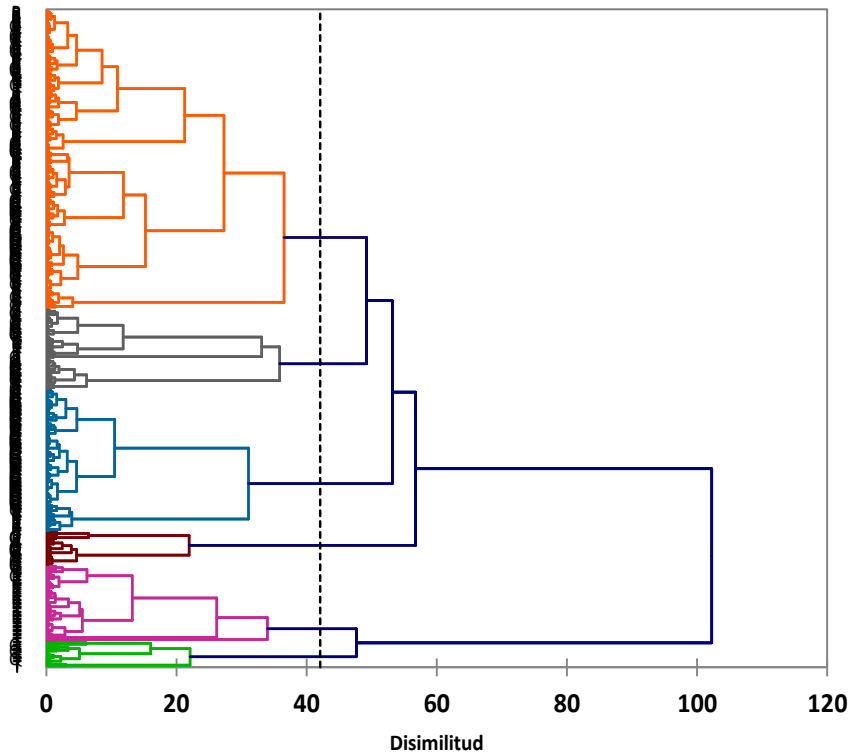


Figura 3. Clasificación jerárquica de morfotipos de llamas.

Esta descripción corresponde a llamas tipificadas como T'amphullis, esta clase de acuerdo a la Figura 5, presenta una relación positiva con el tipo de cabeza

braquicéfalo (cuadrante I) es decir tienden a presentar una cabeza corta.

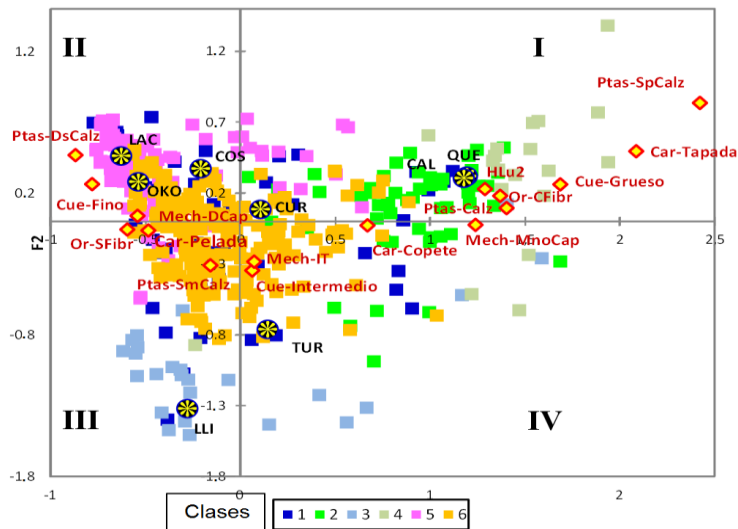


Figura 4. Distribución de llamas según clases y su relación con características de cobertura de fibra y regiones.

La aglomeración de esta clase se encuentra muy próximo a la variable patrón pigmentario de color cara negra patas semiclaras (CNPSC), raya de mula (RYM) y cara negra patas claras (CNPC), la mayor proporción de esta clase no presenta relación con tipos de

manchas (Figura 5). Las llamas clase 3 se concentran en los cuadrantes III y IV del plano bidimensional (Figura 4). Por la proximidad de los individuos con los puntos de localidades, presentan una relación positiva con Llica (LLI) y queda relativamente adyacente con



Turco (TUR). Asimismo no tiene relación con los patrones de color, sin embargo existe una leve correspondencia con la variable MCH-Gris, refiriéndose a un tipo de dilución del color negro (Figura 5). Debido a que la dirección de los vectores de las variables peso vivo muy bueno (PV-MB), ancho de anca muy bueno (AA-MB) y perímetro torácico muy bueno (PT-MB) se encuentran próximos a la aglomeración de animales clase 3, parecen tener cierta relación positiva entre estas variables y la clases (Figura 6), lo que significa que estos animales podrían presentar los parámetros señalados calificados como muy buenos por tanto tenderían al formato cárnico.

La clase 4, agrupados en los cuadrantes I y IV (Figura 5), están relacionados estrechamente con las comunidades del municipio de Cocapata (CAL) y

Quetena (QUE). Presentan una relación positiva con el carácter de patas sobre calzadas (SpCalz) en este caso las bragas alcanzan hasta las almohadillas plantares, una cara tapada (Car-tapada) cuyas fibras llegan a cubrir los ojos. Cuello grueso (Cue-Grueso), orejas con fibra (Or-CFibr) y tipo de mecha hemilustre y monocapa (HLu2 y Mech-MnoCap). Esta descripción al igual que la clase 2, corresponde, a llamas tipificadas como T'amphullis. Esta misma clase de acuerdo a la Figura 5, presenta una relación con los patrones pigmentarios de color cara negra patas semiclaras (P-CNPSC), raya de mula (P-RYM) y cara negra patas claras (P-CNPC), al igual que la clase 2, la mayor proporción de esta clase no presenta relación con tipos de manchas. Respecto a la forma de la cabeza presenta una relación positiva con el tipo braquicéfalo (Cab-braq).

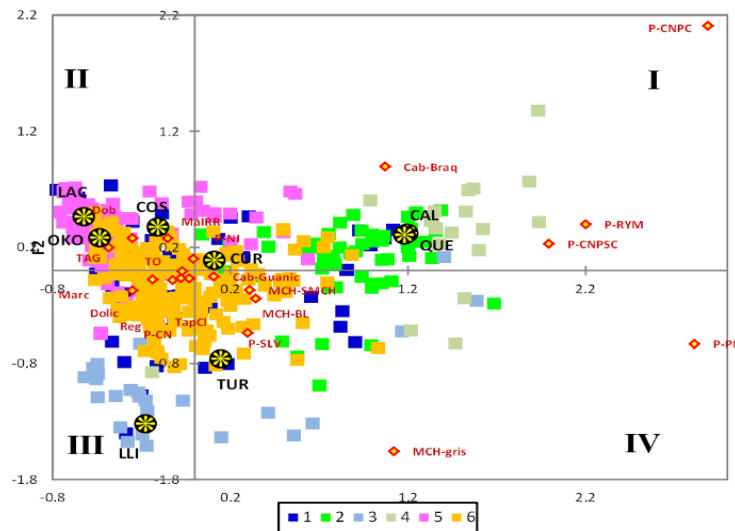


Figura 5. Distribución de llamas según clases y su relación con características de patrón de color, mancha y tipo de cabeza respecto a regiones.

La clase 5, se agrupa en los cuadrantes I y II (Figura 6), con una mayor frecuencia en las localidades de Cosapa (COS), Laca Laca (LAC) y Okoruro (OKO), respecto a la variable cobertura de vellón, estos animales presentan una relación positiva con el carácter patas descalzadas (Ptas-DsCalz), cuello fino (Cue-Fino), por tanto corresponde a llamas tipificadas como Q'aras. Esta clase de acuerdo a la Figura 6, presenta una relación positiva con la variables peso vivo flaco y regular (PV-F y PV-R), ancho de anca flaco y regular (AA-F y AA-R), además de las variables perímetro torácico flaco y regular (PT-F y PT-R). Esta clase no presenta relación con la variable patrón de color y mancha.

Las llamas de la clase 6 se encuentran en los cuatro cuadrantes del plano, es el grupo más numeroso (Figura 5), presentan una relación con las localidades de Okoruro (OKO), Cosapa (COS) y Curahuara (CUR), asimismo presentan una relación positiva con el carácter cara pelada (Car-pelada) patas semicalzadas (Ptas-SmCalz), quiere decir que las fibras largas (bragas ó cerdas) están presentes hasta la parte anatómica de la rodilla (patas anteriores) y corvejón (patas posteriores), orejas sin fibra (Or-SFibr), tipo de mecha doble capa e intermedia (Mech-Dcap y Mech-IT) y cuello fino e intermedio (Cue-Fino y Cue-Intermedio), esta descripción de acuerdo a la tipificación tradicional, a llamas Intermedias.

Respecto a la variable patrón de color en la Figura 5, se observa una intrincada relación con el patrón tapado oscuro (P-TO), cara negra (P-CN), tapado claro (P-TC), silvestre guanaco (P-SLV) y doberman o panza clara (DOB). Esta positivamente relacionado con todas las variables que tienen que ver con manchas. En cuanto al tipo de cabeza están relacionados con cabezas dolicocefalas (Cab-Dolic) y quanicoides o

o mesocéfalas (Cab-Guanic), la primera presenta una forma de cabeza alargada y la segunda presenta una forma entre las braquicéfalas y dolicocefalas. De acuerdo a la Figura 6, esta clase presenta una relación positiva con las variables perímetro torácico bueno (PT-B) y con las variables ancho de anca regular y bueno (AA-R y AA-B) y peso vivo regular (PV-R).

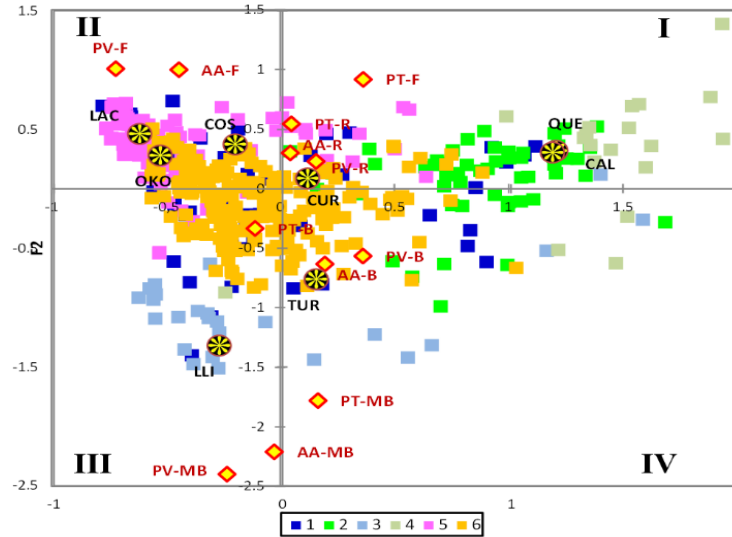


Figura 6. Distribución de llamas según clases y su relación con características subjetivas de volumen corporal y regiones.

**Relaciones entre variables cualitativas**

Las relaciones existentes entre todas las variables cualitativas se observan en la Figura 7, en el cuadrante I se presentan relaciones entre los patrones de color raya de mula (RYM) y cara negra patas semiclaras (CNPSC) las mismas que están relacionadas positivamente a características de cobertura de fibra, los cuales presentan animales con cara tapada o copete (Car-tapada o Car-copete), orejas con fibras largas (Or-CFibr), las patas ya sean calzadas o sobrecalzadas (Ptas Calz o Ptas SpCalz) con una apariencia de cuello grueso (Cue-Grueso) y no se relacionan con ningún tipo de mancha. La calificación muy bueno para PV, PT y AA con un patrón de color (P-CNPC) y (P-PN) están aislados debido a que existe muy pocos individuos con estas características y no se relacionan con ninguna otra variable, animales con alteración del color por dilución o mezcla que origina el gris (MCH – gris) se encuentran aislados en el cuadrante IV.

Existe una aglomeración de variables hacia el centro u origen del plano que reflejan relaciones positivas y negativas, en la Figura 7, se observa que existen

relaciones positivas entre el patrón silvestre (P-SLV) y pesos vivos y ancho de anca calificados como buenos (PV-B y AA-B) y presentan un tipo de mecha intermedia (Mech-Int) y forma de cuello intermedio (Cue-Intermedio), estas relaciones son negativas con el patrón de color Doberman o panza clara (P-Dob) con manchas irregulares (MCH-IRR) o tipo taglio (MCH-TAG) y probablemente con un tipo de mecha doble capa (Mech-Dcap) debido a que se encuentran en el extremo opuesto del plano. La relación positiva entre el vector de PV bueno y patrón Silvestre “Guanaco” (Figura 8) parece coincidir con los reportes de Cano et al. (2012), quienes realizaron medidas biométricas en llamas denominadas comúnmente como Q'aras guanacos, que en general según los autores, mostraron pesos vivos altos y una dimensión corporal grande en comparación a los animales del presente estudio, por tanto la calificación de peso vivo “bueno” significa que estos animales “guanacos” tienen mayor volumen y pesos vivos. Los patrones tapado oscuro, tapado claro y cara negra (TO, TC y CN) se encuentran muy cerca al origen y están relacionados con individuos de manchas regulares (MCH-Reg) de cabeza dolicocefala (Dolic), se distingue que los mismos no presentan ninguna relación con las variables PV, PT y AA.

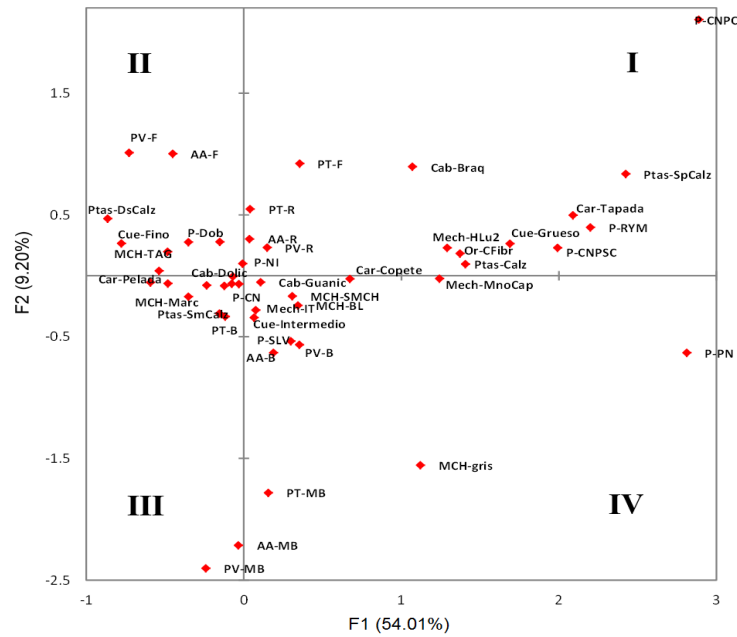


Figura 7. Distribución de las variables cualitativas en general.



Figura 8. Llama clasificada en el patrón silvestre “guanaco”.

Este resultado difiere con Quispe et al., (2009), quienes indican que la coloración del manto blanco con manchas negras en la cabeza pecho y cola denominados localmente como “tiutiri”, mostraban relación con sistemas productivos orientado a producir llamas para carne. Cabe señalar que estos animales corresponden al patrón TO con mancha regular.

## CONCLUSIONES

El análisis de correspondencia múltiples y el análisis jerárquico en base a datos cualitativos permitió clasificar a las poblaciones muestrales de llamas en seis clases fenotípicamente diferentes, en el que los indicadores que explican en mayor medida la dimensión 1 son: cobertura de cara, cobertura de

patas, apariencia del cuello, presencia de fibras largas en las orejas y tipo de mecha, la dimensión 2 esta explicada por la variables cualitativas de peso vivo y ancho de ancas. La única relación existente y sobresaliente entre caracteres cualitativos morfológicos y de importancia productiva, es la que se presenta en llamas que corresponden al patrón pigmentario de color denominado silvestre vicuña o guanaco que está asociado a un peso vivo calificado como bueno. El Análisis de correspondencias múltiples dividió la muestra poblacional de llamas tipificadas como T'amphullis, en dos clases en el cual la clase 2 no presenta una cobertura de fibra tan extendida en la cara y patas como la clase 4, hecho que causa la diferenciación para la clasificación.

Los patrones CNPC, RYM, CNPSC y SLV no se relacionan con ningún tipo de manchas, sin embargo, los tres primeros están relacionados a características de cobertura de fibra que muestran a animales con cara tapada o copete, orejas con fibras largas, patas ya sean calzadas o sobrecalzadas con una apariencia de cuello grueso, estos animales tienden a ser más homogéneos o estandarizados y están estrechamente relacionados a las clases 2 y 4.

Las llamas con abundante cobertura de fibra presentaron cabezas con tendencia a la braquiomorfa, en cambio las llamas con menos cobertura de fibra presentaron cabezas dolicocefalas. Las variables referentes a la producción de carne cuyas calificaciones de muy bueno para peso vivo, ancho y perímetro torácico están relacionados positivamente con animales de la clase 3, para las calificaciones de bueno para las mismas variables se relacionan positivamente con la clase 6, la mayoría de estos animales pertenecen a llamas tipo intermedias y en segundo lugar Q'aras y una minoría de T'amphullis.

De manera general las llamas de las comunidades del municipio de Cocapata y Quetena ya fueron preseleccionados, al comprobar que los animales que se utilizan para obtener fibra presentaron una coloración más homogénea sin manchas y los animales que se utilizan solo para la producción de carne presentaron más manchas y coloración variada, pues aparentemente no interesa el color del manto.

## BIBLIOGRAFÍA

Beck, S., Domic, A., García, C., Meneses, R.I., Yager, K., Halloy, S. 2010. El parque nacional Sajama y sus plantas. Instituto de Ecología, Herbario Nacional de Bolivia, Museo Nacional de Historia Natural, PUMA, IEA, Conservación Internacional, Sajama, SERNAP. Oruro, Bolivia. 252 p.

Cano, L., Rosadio, R., Maturrano, L., Dávalos, R., Wheeler, W. 2012. Caracterización fenotípica y análisis de ADN mitocondrial de llamas de Marcapomacocha. Revista de Investigación Veterinaria. v. 3, n. 23. 388-398.

Crisci, J., Lopez, A. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de La Plata. Secretaria General de la OEA. Washington, Estados Unidos. 132 p.

Contreras, R., Luna, I., Morrone, J.J. 2001. Conceptos biogeográficos. Ciencia y cultura elementos, v. 8, n. 41. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num41/htm/elem41.htm>. Consultado el 15 enero 2017.

De Gea, G. S. 1999. Curso de producción de camélidos sudamericanos. Project Supreme - UCCOR-PCAD. Córdoba, Argentina. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/libros\\_on\\_line/23-curso\\_camelidos\\_1999/02-metodologia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/23-curso_camelidos_1999/02-metodologia.pdf). Consultado el 20 febrero 2017.

Hick, M. 2015. Caracterización etnozootécnica de poblaciones primarias (criollas) de ovinos, caprinos y camélidos domésticos productores de fibra. Tesis de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina. 223 p.

Iturbe, U. 2010. Adaptaciones y adaptación biológica, revisadas. Revista de la sociedad española de biología evolutiva, SESBE. Granada, España, Disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4266/ADAPTACION.pdf>. Consultado el 11 febrero 2017.

Lauvergne, J.J., Frank, E., Renieri, C., Hick, M. 2006. Patrones pigmentarios en los camélidos sudamericanos domésticos. Camélidos Sudamericanos Domésticos. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. Lima, Perú.

Lauvergne, J.J., Martínez, Z., Ayala, C., Rodríguez, T., Quispe, J., Condori, G. 2003. Identificación de una población primaria de Camélidos sudamericanos domésticos en las Provincias Antonio Quijarro y Enrique Valdivieso de Potosí (Bolivia) usando las variaciones fenotípicas del color del pelaje". Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos Potosí-Bolivia. Primer Taller Internacional del Proyecto: "DECAMA" Tomo II. Potosí, Bolivia.

Morilla, A. 2008. Muestreo en poblaciones finitas. Malaga, España. Disponible en: <http://webpersonal.uma.es/~morillas/muestreo.pdf>

Navarro, G., Ferreira, W. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250000. Rumbol S.R.L. The Nature Conservancy. Cochabamba, Bolivia. pp. 55-65.

ONU (Organización De Las Naciones Unidas). 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. Rio de Janeiro, Brasil. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. Consultado el 10 marzo 2017.

Plan de Desarrollo Municipal San Pablo de Lipez. 2006. Provincia Nor Lipez Tercera Sección San Pablo de Lipez. Medicus Mundi. Municipio San Pablo de Lipez. Potosi, Bolivia. pp. 4-7.

Quispe, E.C., Rodríguez, T., Iñiguez, L., Mueller J.P. 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. FAO, Boletín de información sobre recursos genéticos animales. Número especial 45: Año Internacional de las Fibras Naturales. FAO. Roma, Italia. pp. 1-14.

Rocha, O. 2013. Diagnóstico de la zona montañosa de Bolivia. FAO, Ministerio de Relaciones Exteriores. Alianza para las montañas. La Paz, Bolivia. 134 p.

Trivelli, M. A., Valdivia, V. 2009. Alcances sobre flora y vegetación de la cordillera de Los Andes. Región de Arica y Parinacota y Región de Tarapacá. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. pp 21.

Artículo recibido en: 13 de marzo 2019

Aceptado en: 24 de mayo 2019